

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-325031

(43)Date of publication of application : 22.11.2001

(51)Int.Cl.

G05F 1/67
H02J 3/38

(21)Application number : 2000-143256

(71)Applicant : DAIHEN CORP

(22)Date of filing : 16.05.2000

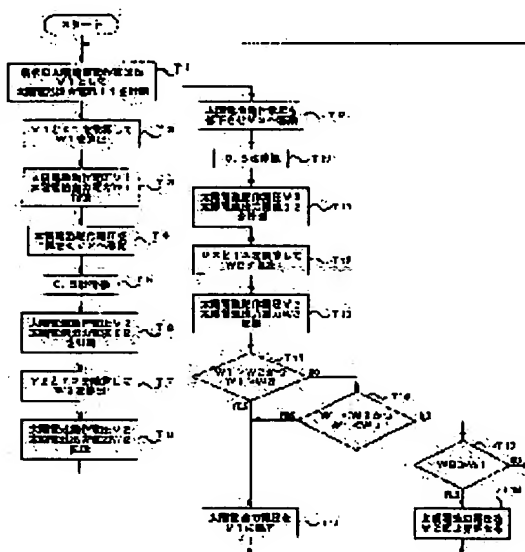
(72)Inventor : HIRANO TAKESHI
KUBO HIROMASA

(54) SOLAR POWER GENERATION CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a solar power generation controller, capable of adding changes in power generation environment, such as amount of solar radiation, and performing the quick maximum power point tracing control.

SOLUTION: Output voltages W1, W2, and W3 in operating voltages V1, V2, V3 ($V3 < V1 < V2$) are obtained successively (steps T1-T13). When a first condition ($W1 > W2$ and $W1 > W3$) or a second condition ($W1 < W2$ and $W1 < W3$) is satisfied (steps T14, T16; YES), this voltage is returned to the voltage V1. When the first and second conditions are not satisfied and a third condition ($W2 > W1$) is satisfied (a step T17: 'YES'), the voltage is increased to the voltage V2 (step T18). When the third condition is not satisfied (the step T17: 'NO'), the voltage is decided to the voltage V3 (the step T1).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項1】 太陽電池からの電力をその電圧を変換して負荷または系統に供給する電力変換手段、上記太陽電池の出力電力を検出する電力検出手段、および上記電力変換手段を制御することにより上記太陽電池の電圧または電流の設定値を順次ステップ状に変化させ、これら設定値が互いに異なる複数の動作点における上記太陽電池の出力電力の比較から太陽電池の最大電力動作点を追跡制御する電力制御手段を備えた太陽光発電制御装置において、

設定値とする太陽電池の電圧または電流の変化を監視する監視手段を備え、

第1の動作点における電力検出が終了した後、設定目標値を次ステップの設定目標値に変更して次に電力を検出すべき第2の動作点に移行する場合、上記監視手段の出力と上記次ステップの設定目標値との偏差量を検出し、この偏差量が予め定めた所定範囲内になった時点における出力電力検出値を上記第2の動作点における出力電力とすることを特徴とする太陽光発電制御装置。

【請求項2】 第1の動作点から第2の動作点に移行する場合、設定目標値を次ステップの設定目標値に変更してからの経過時間検出し、この経過時間が予め定めた所定時間となった時点で偏差量が所定範囲内になっていないときは、当該所定時間における出力電力検出値を上記第2の動作点における出力電力とすることを特徴とする請求項1記載の太陽光発電制御装置。

【請求項3】 太陽電池からの電力をその電圧を変換して負荷または系統に供給する電力変換手段、上記太陽電池の出力電力を検出する電力検出手段、および上記電力変換手段を制御することにより上記太陽電池の電圧または電流の設定値を順次ステップ状に変化させ、これら設定値が互いに異なる複数の動作点における上記太陽電池の出力電力の比較から採用すべき動作設定値を決定し太陽電池の最大電力動作点を追跡制御する電力制御手段を備えた太陽光発電制御装置において、

出力電力の比較を、第1の設定値で動作させたときの出力電力検出値 W_1 と、上記第1の設定値より所定量増加または減少させた第2の設定値で動作させたときの出力電力検出値 W_2 と、上記第1の設定値より所定量減少または増加させた第3の設定値で動作させたときの出力電力検出値 W_3 との3者について行い、

第1の条件($W_1 > W_2$ かつ $W_1 > W_3$)と第2の条件($W_1 < W_2$ かつ $W_1 < W_3$)とのいずれかが成立するときは上記第1の設定値を動作設定値に決定し、

上記第1および第2の条件が共に不成立のときは、上記3者の内、出力電力検出値が最大となるものの設定値を動作設定値に決定することを特徴とする太陽光発電制御装置。

【請求項4】 太陽電池からの電力をその電圧を変換して負荷または系統に供給する電力変換手段、上記太陽電

池の出力電力を検出する電力検出手段、および上記電力変換手段を制御することにより上記太陽電池の電圧または電流の設定値を順次ステップ状に変化させ、これら設定値が互いに異なる複数の動作点における上記太陽電池の出力電力の比較から採用すべき動作設定値を決定し太陽電池の最大電力動作点を追跡制御する電力制御手段を備えた太陽光発電制御装置において、

出力電力の比較を、第1の設定値で動作させたときの出力電力検出値 W_1 と、上記第1の設定値より所定量増加または減少させた第2の設定値で動作させたときの出力電力検出値 W_2 と、上記第1の設定値より所定量減少または増加させた第3の設定値で動作させたときの出力電力検出値 W_3 との3者について行い、

第1の条件($W_1 > W_2$ かつ $W_1 > W_3$)と第2の条件($W_1 < W_2$ かつ $W_1 < W_3$)とのいずれかが成立するときは上記第1の設定値を動作設定値に決定し、

上記第1および第2の条件が共に不成立で、それぞれ第3の条件($W_2 > W_1$)が成立するときは上記第2の設定値を動作設定値に決定し、

上記第3の条件が不成立のときは上記第3の設定値を動作設定値に決定することを特徴とする太陽光発電制御装置。

【請求項5】 請求項3または4に記載の太陽光発電制御装置において、各動作点における出力電力の検出を、請求項1または2に記載の制御方式で行うことを特徴とする太陽光発電制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、太陽電池の最大電力動作点を追跡制御する太陽光発電制御装置に係り、特にその追跡制御の速度を高めて太陽電池の発電環境の変化が激しい場合にも的確な制御を可能とするものである。

【0002】

【従来の技術】光があたることによって直流電力を発電する太陽電池は、天候（光の照度）や太陽電池の素子の温度等の発電環境によって最大出力電力を発生するポイント（電圧、電流値）が変化する。図9は、放射照度（ W/m^2 ）が変化した場合の太陽電池の電流、電力-電圧特性を示す。太陽光発電システムでは、限られた太陽電池出力を有効に利用するために、最大電力点追跡（MPPT: Maximum Power Point Tracking）制御が不可欠である。MPPT制御は、発電環境に応じて変化する太陽電池の出力電力が常時最大となるように、太陽電池の動作電圧、電流をコントロールするものである。現在、ほとんどの太陽光発電システムで採用されている。太陽電池の最大電力点を追跡する方法としては各種方法が考案されているが、発電環境の変化が激しい場合には、必ずしも発電環境に対応して素早く追跡しきれてい

【0003】図10は従来のMPPT制御を行うためのブロック図である。図において、1は太陽光発電システムで、2は太陽電池、3は太陽電池2の出力電圧をモニターする回路、4は太陽電池2の出力電流をモニターする回路、5はマイクロプロセッサによりMPPT制御を行うコントローラで、マイクロプロセッサには太陽電池動作電圧値、電流値を読み込むためのAD変換器が付属されている。6は太陽光発電システムの電力変換器であるDC/DCコンバータ（あるいはDC/ACインバータ）、7は負荷、または系統連系型の場合は商用の系統電源となる。ここで、コントローラ5のマイクロプロセッサは太陽電池2の電圧と電流とを乗算することによって太陽電池2の出力電力を算出し、メモリー内にその時の電圧、電力値を記憶することができる。また、コントローラ5はDC/DCコンバータ（あるいはDC/ACインバータ）6の出力をコントロールして、太陽電池2の動作電圧を変化させることができる。

【0004】次にMPPT制御の動作について説明する。コントローラ5は太陽電池2の動作電圧を定期的に変化させることにより太陽電池の出力電力を変化させ、その値をモニターすることによって、どの太陽電池動作電圧が最も出力電力が大きいかを判断する。出力電力が大きい太陽電池動作電圧が見付かれれば、その電圧を次の動作電圧の基準値とし、そこから再び太陽電池2の動作電圧を変化させてその時の太陽電池2の出力電力をモニターし最も出力電力が大きい電圧を探す。この繰り返しによって太陽電池2の最大電力点を追跡する。

【0005】図11および図12のフローチャートを元にこの制御内容を更に詳しく説明する。当初、太陽電池動作電圧がV1の時、コントローラ5のマイクロプロセッサは太陽電池2の出力電圧V1と出力電流I1とをモニターして、V1とI1とを乗算することにより太陽電池出力電力W1を算出し、メモリーにV1とW1との値を記憶する（ステップS1～S3）。次に、コントローラ5の指示により、DC/DCコンバータ6はその出力電力を増減することによって、太陽電池2から見たDC/DCコンバータ6のインピーダンスを変化させて、太陽電池2の動作電圧をV1に比べて数V高い電圧である任意の電圧値V2へステップ状に変化させる（ステップS4）。コントローラ5のマイクロプロセッサは、太陽電池2の動作電圧がV2に整定するであろう任意のある一定の期間（例えば0.5秒）において（ステップS5）、V2の時の太陽電池出力電流I2を測定し、V2とI2とを乗算して太陽電池出力電力W2を算出し、メモリーにV2とW2との値を記憶する（ステップS6～S8）。

【0006】このようにして太陽電池2の動作電圧、出力電力を2点づつ記憶し、より多く電力を出力している太陽電池動作電圧を新たな基準点とする。太陽電池動作電圧を当初のV1からより高い電圧点V2へ変化させた

時に電力が増えた場合（ステップS9でYES）は次の基準点をV2とし、次に移動させる点もV2より高い点へ変化させる（ステップS10）。逆に電力が減った場合（ステップS9でNO）には次に移動させる点はV1よりも任意の電圧値だけ低い電圧値V3に変化させる（ステップS11）。

【0007】ここで、整定のための一定の期間（0.5秒）において（ステップS12）、V3の時の太陽電池出力電流I3を測定し、V3とI3を乗算して太陽電池出力電力W3を算出し、メモリーにV3とW3との値を記憶する（ステップS13～S15）。そして、電圧V3へ変化させた時に電力が増えた場合（ステップS16でYES）には次の基準点をV3とし、ステップS11に戻って、更に電圧を降下させる方向に移行する。逆に電力が減った場合（ステップS16でNO）には、ステップS4に戻り、再度、電圧を上昇させる方向に移行する。

【0008】このようにして、各太陽電池動作電圧における出力電力を比較し、より大きい電力を出力している太陽電池動作電圧を新たに基準動作点V1とする。このような制御を繰り返すことによって、太陽電池の最大出力電力を追跡する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この方法では日射の変動が連続的に発生した場合、必ずしも正確に最大電力点を追跡しきれない場合がある。すなわち、連続的に日射量が増加し、太陽電池の発電電力が連続的に増加している時、本来なら太陽電池動作電圧は高い方が最大電力点に近いにもかかわらず、発電量が連続して増加しているため正しく最大電力点の追跡を行うことができず、追跡する動作電圧が逆方向である低い方へ進んでしまうことなどが考えられる。更に、この弊害は、電圧が異なる2つの動作点における出力電力の計測時点の間隔が長時間化することで助長されることになる。即ち電圧設定値を現状の値からステップ状に変化させた次の設定値に移行させ、この移行後の電圧における正確な出力電力を計測するためには、太陽電池が当該移行後の電圧で安定した動作状態に至るまでの時間、整定時間が必要となる。

【0010】ところで、この整定に必要な時間は、太陽電池の特性や設置条件、太陽電池のユニット間やDC/DCコンバータに至る接続配線の長さ、更にはDC/DCコンバータを含む回路条件等によって大きく変化するため、正確な出力電力を求める観点から、通常は、上述したように、余裕をみて0.5秒程度の長目の時間に設定せざるを得ずこのため計測間隔が長くなり、これが日射量変動時の最大電力動作点追跡の制御に悪影響を及ぼす要因となっている訳である。勿論、この整定に長時間を要すると、日射量の変動が存在しない場合にも、最大電力動作点に到達するのが遅くなるので、太陽電池の平

均的な運転効率の低下を招くことにもなる。

【0011】以上の欠点の解決策として従来から種々の案が検討されている。即ち、例えば、特開平7-64660号公報は、重畳電圧源または重畳電流源を新たに設けることにより、新たな電圧設定値または電流設定値への追従を速めることができる太陽電池の最大電力追尾方法を開示している。しかるに、この方式は、重畳電圧源または重畳電流源という高価なハードウェアが必要になるとともに、主回路構成が複雑になるという問題点がある。

【0012】また、日射量の変化を同時に検出する方式として、例えば、特開平6-35555号公報は、電圧設定値をV1からV2に変化させ再びV1に戻すことで、3時点における出力電力を計測し、これらの比較から太陽電池の最大電力点追跡を行う制御法を開示している。しかるに、この場合、3時点における3つのデータを基に1回の比較演算を行い次ステップの電圧設定値を決めるので、制御動作がその分遅くならざるを得ず、しかも、その3点の内、2点のデータは同一動作電圧であって日射量変化の判定のみに利用され電力-電圧特性上の現在位置探知のためのデータには成り得ないので、結果として最大電力点追跡の制御応答としては不十分と言わざるを得ない。

【0013】更に、例えば、特開平9-131081号公報は、電圧または電流の複数の動作点における出力電力を計測し、これらデータから求める電圧（電流）-電力特性曲線の曲率に応じて最大電力点の方向を追跡する電池電源の電力制御装置を開示している。ここでは、少なくとも、複数の計測データから有極の関数式により決定される近似曲線の曲率を求めるという複雑な演算処理が必要となり、その分ソフトウェアが複雑になるとともに、演算処理時間が大となって迅速な追跡制御を実現することが困難となる。

【0014】この発明は以上のような問題点を解消するためになされたもので、その目的は、電圧または電流の設定値を変化させる場合の整定に必要な時間を実質的に短縮して最大電力点追跡の制御動作を速めることができる太陽光発電制御装置を得ることである。また、この発明は、日射量等発電環境の変化を加味するとともに速やかな最大電力点追跡制御を可能とする太陽光発電制御装置を得ることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る太陽光発電制御装置は、太陽電池からの電力をその電圧を変換して負荷または系統に供給する電力変換手段、上記太陽電池の出力電力を検出する電力検出手段、および上記電力変換手段を制御することにより上記太陽電池の電圧または電流の設定値を順次ステップ状に変化させ、これら設定値が互いに異なる複数の動作点における上記太陽電池の出力電力の比較から太陽電池の最大電力

動作点を追跡制御する電力制御手段を備えた太陽光発電制御装置において、設定値とする太陽電池の電圧または電流の変化を監視する監視手段を備え、第1の動作点における電力検出が終了した後、設定目標値を次ステップの設定目標値に変更して次に電力を検出すべき第2の動作点に移行する場合、上記監視手段の出力と上記次ステップの設定目標値との偏差量を検出し、この偏差量が予め定めた所定範囲内になった時点における出力電力検出値を上記第2の動作点における出力電力とするものである。

【0016】また、請求項2に係る太陽光発電制御装置は、その第1の動作点から第2の動作点に移行する場合、設定目標値を次ステップの設定目標値に変更してからの経過時間を検出し、この経過時間が予め定めた所定時間となった時点で偏差量が所定範囲内になっていないときは、当該所定時間における出力電力検出値を上記第2の動作点における出力電力とするものである。

【0017】また、請求項3に係る太陽光発電制御装置は、太陽電池からの電力をその電圧を変換して負荷または系統に供給する電力変換手段、上記太陽電池の出力電力を検出する電力検出手段、および上記電力変換手段を制御することにより上記太陽電池の電圧または電流の設定値を順次ステップ状に変化させ、これら設定値が互いに異なる複数の動作点における上記太陽電池の出力電力の比較から採用すべき動作設定値を決定し太陽電池の最大電力動作点を追跡制御する電力制御手段を備えた太陽光発電制御装置において、出力電力の比較を、第1の設定値で動作させたときの出力電力検出値W1と、上記第1の設定値より所定量増加または減少させた第2の設定値で動作させたときの出力電力検出値W2と、上記第1の設定値より所定量減少または増加させた第3の設定値で動作させたときの出力電力検出値W3との3者について行い、第1の条件（ $W1 > W2$ かつ $W1 > W3$ ）と第2の条件（ $W1 < W2$ かつ $W1 < W3$ ）とのいずれかが成立するときは上記第1の設定値を動作設定値に決定し、上記第1および第2の条件が共に不成立のときは、上記3者の内、出力電力検出値が最大となるものの設定値を動作設定値に決定するものである。

【0018】また、請求項4に係る太陽光発電制御装置は、太陽電池からの電力をその電圧を変換して負荷または系統に供給する電力変換手段、上記太陽電池の出力電力を検出する電力検出手段、および上記電力変換手段を制御することにより上記太陽電池の電圧または電流の設定値を順次ステップ状に変化させ、これら設定値が互いに異なる複数の動作点における上記太陽電池の出力電力の比較から採用すべき動作設定値を決定し太陽電池の最大電力動作点を追跡制御する電力制御手段を備えた太陽光発電制御装置において、出力電力の比較を、第1の設定値で動作させたときの出力電力検出値W1と、上記第1の設定値より所定量増加または減少させた第2の設定

値で動作させたときの出力電力検出値 $W2$ と、上記第1の設定値より所定量減少または増加させた第3の設定値で動作させたときの出力電力検出値 $W3$ との3者について行い、第1の条件($W1 > W2$ かつ $W1 > W3$)と第2の条件($W1 < W2$ かつ $W1 < W3$)とのいずれかが成立するときは上記第1の設定値を動作設定値に決定し、上記第1および第2の条件が共に不成立で、それぞれ第3の条件($W2 > W1$)が成立するときは上記第2の設定値を動作設定値に決定し、上記第3の条件が不成立のときは上記第3の設定値を動作設定値に決定するものである。

【0019】また、請求項5に係る太陽光発電制御装置は、請求項3または4に記載の太陽光発電制御装置において、各動作点における出力電力の検出を、請求項1または2に記載の制御方式で行うものである。

【0020】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1における太陽光発電制御装置のMPPT制御を説明するためのフローチャートである。なお、制御装置のハード構成は従来の図10と同様であるので重複を避けるため図示は省略する。今回提案するMPPT制御も、太陽電池の電圧または電流の設定値を順次ステップ状に変化させ、これら設定値が互いに異なる複数の動作点における太陽電池の出力電力の比較から太陽電池の最大電力動作点を追跡制御するものであるが、従来の図12では電圧値が互いに異なる2つの動作点における出力電力の比較から次に採用すべき動作電圧値を決定するのに対し、ここでは電圧値が互いに異なる3つの動作点における出力電力の比較から次に採用すべき動作電圧値を決定する。

【0021】以下、太陽電池の電力-電圧特性上の動作点を示す図2を参照しながら、制御動作を図1のフローチャートに従って詳細に説明する。まず、現状の太陽電池動作電圧 $V1$ を第1の設定値として太陽電池出力電流 $I1$ を計測し(ステップT1)、コントローラ5のマイクロプロセッサは、 $V1$ と $I1$ とを乗算することにより太陽電池出力電力 $W1$ を算出し(ステップT2)、メモ*

*リーに $V1$ と $W1$ との値を記憶する(ステップT3)。次に、設定目標値を $V1$ より所定量高い第2の設定値である $V2$ へ移動し(ステップT4)、これに応じてDC/DCコンバータ6はその出力電力を増減させ、太陽電池2から見たDC/DCコンバータ6のインピーダンスを変化させることにより、動作電圧を上昇させ、この整定のために0.5秒待機する(ステップT5)。なお、実施の形態1においてこの整定のために一定時間(0.5秒)待機するという点は従来と同様である。

【0022】整定後の動作電圧 $V2$ 、出力電流 $I2$ を計測し(ステップT6)、コントローラ5のマイクロプロセッサは、 $V2$ と $I2$ とを乗算することにより太陽電池出力電力 $W2$ を算出し(ステップT7)、メモリーに $V2$ と $W2$ との値を記憶する(ステップT8)。

【0023】次に、設定目標値を当初の $V1$ より所定量低い第3の設定値である $V3$ へ移動し(ステップT9)、これに応じてDC/DCコンバータ6はその出力電力を増減させ、太陽電池2から見たインピーダンスを変化させることにより、動作電圧を降下させ、この整定のために0.5秒待機する(ステップT10)。整定後の動作電圧 $V3$ 、出力電流 $I3$ を計測し(ステップT11)、コントローラ5のマイクロプロセッサは、 $V3$ と $I3$ とを乗算することにより太陽電池出力電力 $W3$ を算出し(ステップT12)、メモリーに $V3$ と $W3$ との値を記憶する(ステップT13)。

【0024】以上のステップT1~T13によりメモリーに記憶された、互いに異なる動作電圧 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ ($V3 < V1 < V2$)における出力電力 $W1$ 、 $W2$ 、 $W3$ の相互大小比較を後述するステップT14、T16、T17で行い、その結果に基づき次に採用すべき動作設定値を決定する。

【0025】ところで、3つの出力電力計測値 $W1$ 、 $W2$ 、 $W3$ の大小関係は、純数学的には表1に示すK1~K6の6つのケースが考えられる。

【0026】

【表1】

ケース No.	大小関係	各ステップの判断			判定および出力
		T14	T16	T17	
K1	$W1 > W2 > W3$	Y	-	-	日射量変化有(減少) または、日射量変化無で V1がMAX点近傍 →V1
K2	$W1 > W3 > W2$	Y	-	-	日射量変化無で V1がMAX点近傍 →V1
K3	$W2 > W1 > W3$	N	N	Y	日射量変化無でW2最大 →V2
K4	$W2 > W3 > W1$	N	Y	-	———
K5	$W3 > W1 > W2$	N	N	N	日射量変化無でW3最大 →V3
K6	$W3 > W2 > W1$	N	Y	-	日射量変化有(増加) →V1

【0027】ここで、計測の時刻は $W1 \rightarrow W2 \rightarrow W3$ の順で経過していること、また、発電環境としての日射量は、時間の経過と共に減少する場合、増加する場合、ほ

とんど変化しない場合の3つの場合が想定されること、更に、図3に示すように、日射量の変動によって出力電力の値が変動しても、各日射量における太陽電池の最大

電力点となる電圧はあまり変化しないという現象が認められることから、3点の出力電力の比較の結果、その間に日射量が増加したと判断される場合には、動作電圧は変化させない方が追跡制御動作の全体としては出力電力は大きくなると考えられる。

【0028】以上の前提条件を踏まえ、表1の各ケース毎に、可能性の高い判定内容とその判定の結果として採用すべき設定電圧値の出力について説明する。まず、ケースK1 ($W1 > W2 > W3$) は、計測時間が経過するにつれて出力電力が単調減少しているため、一つはこの間で日射量が連続的に減少していることが考えられる。この場合は、上述した通り、設定電圧値は移動させないのが得策であり、元の電圧V1を採用する。また、3点の電圧の中央にある電圧V1における出力電力W1が最大であるので、別の可能性として、この間に日射量の変化がなく、しかも、電圧V1が最大電力動作点またはその近傍にあることが考えられる。従って、この場合も採用すべき電圧はV1となる。

【0029】次にケースK2 ($W1 > W3 > W2$) は、日射量の連続的な変化は考えにくく、日射量の変化がなく、ケースK1と同様、電圧V1が最大電力動作点近傍にある可能性が高く、この場合は当然電圧V1を採用すべきである。以上のように、ケースK1、K2の場合は、次設定値としてV1を採用すべきことから、図1のフローチャートでは、これをステップT14の第1の条件 ($W1 > W2$ かつ $W1 > W3$) の成立 (YES) で判別し、この場合、動作電圧をV1に戻す (ステップT15)。

【0030】ステップT14でNOとなるケースK3～K6の内、ケースK4 ($W2 > W3 > W1$) は特異な発電環境の変化を仮定しないと生じないので、現実的には起こり難いと考えられここでは対象外としてよい。ケースK6 ($W3 > W2 > W1$) は、計測時間が経過するにつれて出力電力が単調増加しているため、この間で日射量が連続的に増加していることが考えられる。この場合は、上述した通り、設定電圧値は移動させないのが得策であり、元の電圧V1を採用する。従って、このケースK4、K6をステップT16の第2の条件 ($W1 < W2$ かつ $W1 < W3$) の成立 (YES) で判別し、動作電圧をV1に戻す (ステップT15)。

【0031】ステップT16でNOとなった残りの2ケースK3、K5の内、ケースK3 ($W2 > W1 > W3$) の場合は、これまでのステップT14、T16における判別により日射量変化有 (減少または増加) の可能性は排除されているので日射量の変化はほとんど無しと考えてよく、3点の内、最大の出力電力W2における動作電圧V2を採用すべきである。これを、ステップT17の第3の条件 ($W2 > W1$) の成立 (YES) で判別し、動作電圧V2を上昇させる (ステップT18)。なお、このケースK3は、図2において、3点の電圧が最大電

力点の電圧より手前に位置する場合が相当する。

【0032】残りのケースK5 ($W3 > W1 > W2$) の場合は、ケースK3と同様、日射量変化無しとしてよいので、3点の内、最大の出力電力W3における動作電圧V3を採用すべきである。このケースK5は、図2において、3点の電圧が最大電力点の電圧を越えた部分にある場合が相当する。図1のフローチャートでは、このケースK5の場合をステップT17における不成立 (NO) で判別し、現状の動作電圧、即ち、3点の内最終時点の動作電圧V3を、新たなV1、従って、次の比較演算の3点値の中央電圧値に設定する (ステップT1)。

【0033】なお、以上では、3点の出力電力のいずれかの間で等号が成立する場合 ($W1 = W2$ 、 $W2 = W3$ 、 $W3 = W1$ または $W1 = W2 = W3$) については触れていないが、これら等号が成立する場合、即ち、動作電圧を変化させても太陽電池の出力電力が変化しない場合は、日没時や曇等、日射量が非常に弱い状態であると判断される。従って、この等号が成立する場合は、必ずしも表1で説明した内容による判定および出力結果が得られないが、このような極低出力状態が一定時間継続すると、図示しない監視手段でこれを検知し、太陽電池を負荷や系統から切り離すことになるので特に問題とはならない。

【0034】以上のように、この発明の実施の形態1の太陽光発電制御装置においては、日射量変化の有無の判別も可能となり、日射量の変化有と判断される場合は、動作電圧を移動させることなく、全体として出力電力量が大きくなる合理的な運転ができ、また、日射量の変化無しと判断される場合は、電圧が互いに異なる3点のいずれか出力電力が最大となる動作点の電圧を直ちに決定することができ、最大電力点追跡の制御動作を速めることができる。

【0035】なお、図1のフローチャートのステップT17では、第3の条件として $W2 > W1$ の成立または不成立を判別するようにしたが、3者の出力電力W1、W2、W3の内、最大のもの (ここではW2またはW3のいずれかとなる) を選別し、当該出力電力最大動作点の電圧を採用するようにしてもよい。

【0036】また、以上の説明では、設定電圧として、電圧V1の次に、これを所定量増加させた電圧V2とし、更にその次に、電圧V1を所定量減少させた電圧V3としたが、上記とは逆に、電圧V1の次にこれを所定量減少させた電圧V2とし、更にその次に、電圧V1を所定量増加させた電圧V3としても、図1と同様の要領で迅速な最大電力点追跡制御を実現することができる。

【0037】実施の形態2. 図4はこの発明の実施の形態2における太陽光発電制御装置を示すブロック図である。この形態2は従来技術で説明した整定に要する時間の短縮を図ることで、追跡制御の制御速度の向上を実現するものである。ここでは、図4のコントローラ5の内

部に常時監視手段51を設けている。この常時監視手段51は、常に（あるいは、1秒間に100回程度の非常に速い繰り返し周期で）太陽電池の動作電圧をモニターする構成となっている。

【0038】次に、太陽電池の電力-電圧特性上の動作点を示す図5と処理の流れを示すフローチャート図6に基づき動作について詳細に説明する。なお、図6に示すフローチャートは、常時監視手段51によって整定の時間を実質的に短縮する構成を、先の形態1で説明した3点の電圧における出力電力W1、W2、W3の比較から採用すべき動作電圧値を決定する方式の追跡制御に適用したものである。従って、説明が重複する部分は適宜省略する。

【0039】図6において、ステップU1～U3は図1のステップT1～T3と全く同一で、メモリーにV1とW1との値を記憶する。次に、ステップU4で、設定目標値をV1より所定量高い第2の設定値V2へ移動し、これに応じてDC/DCコンバータ6はその出力電力を増減させ、太陽電池の動作電圧を上昇させていく。

【0040】この電圧上昇の過程を図7に示す。電圧は時刻t1でのV1の値から、太陽電池2を含む配線、更にはDC/DCコンバータ6や負荷7を含む回路の諸定数で決定される時定数で上昇を続け目標設定値V2に至る。この実施の形態2においては、常時監視手段51によりこの電圧変化を常時監視し、この監視電圧とV2との差が $\Delta V = |V2 - V1|$ の3%以内になったか否かを常時判別する（ステップU51）。電圧差が3%以内でなければ（ステップU51でNO）、動作設定値をV2に移動させた時点（図7では時刻t1が相当）からの経過時間が、回路条件にかかわらず整定に必要な十分な時間として従来から設定されている時間0.5秒以上であるか否かを判別する（ステップU52）。0.5秒未満の間はステップU51の判別動作を繰り返す。

【0041】ステップU51で電圧差が3%以内になると（同ステップU51でYES）、その時点の動作電圧V2'、出力電流I2'を計測し（ステップU6）、コントローラ5のマイクロプロセッサは、V2'とI2'とを乗算することにより太陽電池出力電力W2'を算出し（ステップU7）、メモリーにV2'とW2'との値を記憶する（ステップU8）。動作設定値をV2に移動させた時点からの経過時間が0.5秒になっても電圧差が3%以内にならないときは（ステップU52でYES）、この時点で電圧監視を打ち切り、ステップU6～U8で、V2'とW2'との値を記憶する。このケースは監視動作等に何らかの異常が発生してこの整定の時間が無駄に長大化することを防止することを想定したもので、通常の制御動作では起こり得ないと考えられる。

【0042】ステップU9～U13の動作も同様であるので、詳細な説明は割愛するが、ステップU101では、監視電圧と、V1より所定量低下させた動作設定値

V3との差が $\Delta V = |V3 - V1|$ の3%以内になったか否かを常時判別する。電圧差が3%以内になると（ステップU101でYES）、その時点の動作電圧V3'、出力電流I3'を計測し、コントローラ5のマイクロプロセッサは、V3'とI3'とを乗算することにより太陽電池出力電力W3'を算出し、メモリーにV3'とW3'との値を記憶する（ステップU11～U13）。

【0043】ステップU14～U18の動作は、W2→W2'、W3→W3'、V2→V2'、V3→V3'とした点を除けば実施の形態1の図1で説明した内容と全く同一であるので再度の説明は省略する。

【0044】以上のように、この実施の形態2においては、動作電圧をV1からV2へ、また、V2からV3へ移行させる場合、従来のように、種々の回路条件を想定し整定のため十分余裕をもって設定された時間（ここでは0.5秒）、一律に経過させるのではなく、常時監視手段51により動作電圧を常時監視し、ほぼ整定したとみなし得るレベル（ここでは、例えば、監視電圧とV2との差が $\Delta V = |V2 - V1|$ の3%以内となったレベルとしている）に達した時点で電圧V2'、W3'等を求め以後の出力電力比較演算処理に移行する。このため、全体として、最大電力点追跡制御の速度が高まり、また、3点の出力電力の計測の時間ずれがその分短縮されるので、その間における日射量の変化による影響も低減し、追跡制御の精度の向上が期待できる。

【0045】ちなみに、インバータを使用した太陽光発電制御装置の実器モデルにおいて出力電圧を変化させた場合の実測波形を図8に示す。この例は現状の出力電圧V0=200Vから設定目標値電圧V1=198Vに移行させる場合で、同図（a）は太陽電池出力電圧、同図（b）は系統電圧、同図（c）はインバータ出力電流を示す。ここでは、出力電圧は約0.05秒で整定しており、この実施の形態2を適用することにより、0.5秒一律で処理していた従来の場合に比較して、追跡制御の速度が大幅に上昇する。

【0046】なお、図6のステップU51、U101やステップU52、U102で用いた判別基準の具体的数値（3%、0.5秒）は、装置の能力や特性等に応じて適宜変更し得ることは言うまでもない。

【0047】また、図6では、常時監視手段51を導入して整定のための時間の実質的な短縮を実現する発明を、先の実施の形態1の、互いに異なる3点の電圧における出力電力の比較から最大電力点追跡制御を行う発明に適用したが、前者の発明は、互いに異なる任意の複数の電圧における出力電力の比較から最大電力点追跡制御を行う場合に広く適用でき、その制御速度を高めるという同等の効果を奏するものである。

【0048】更に、以上の各形態例においては、複数点の出力電力を計測する場合の設定値として電圧値を採用

したが、電流値を設定値とし、計測された出力電圧とから出力電力を求め、また、電流値を常時監視するようにしてもよい。

【0049】

【発明の効果】以上のように、この発明の請求項1に係る太陽光発電制御装置は、太陽電池からの電力をその電圧を変換して負荷または系統に供給する電力変換手段、上記太陽電池の出力電力を検出する電力検出手段、および上記電力変換手段を制御することにより上記太陽電池の電圧または電流の設定値を順次ステップ状に変化させ、これら設定値が互いに異なる複数の動作点における上記太陽電池の出力電力の比較から太陽電池の最大電力動作点を追跡制御する電力制御手段を備えた太陽光発電制御装置において、設定値とする太陽電池の電圧または電流の変化を監視する監視手段を備え、第1の動作点における電力検出が終了した後、設定目標値を次ステップの設定目標値に変更して次に電力を検出すべき第2の動作点に移行する場合、上記監視手段の出力と上記次ステップの設定目標値との偏差量を検出し、この偏差量が予め定めた所定範囲内になった時点における出力電力検出値を上記第2の動作点における出力電力とするので、整定を要する時間が実質的に短縮され、最大電力動作点追跡制御の動作を速めることができる。

【0050】また、請求項2に係る太陽光発電制御装置は、その第1の動作点から第2の動作点に移行する場合、設定目標値を次ステップの設定目標値に変更してからの経過時間検出し、この経過時間が予め定めた所定時間となった時点で偏差量が所定範囲内になっていないときは、当該所定時間における出力電力検出値を上記第2の動作点における出力電力とするので、監視動作等に異常があって整定の時間が無駄に長大化することを防止することができる。

【0051】また、請求項3に係る太陽光発電制御装置は、太陽電池からの電力をその電圧を変換して負荷または系統に供給する電力変換手段、上記太陽電池の出力電力を検出する電力検出手段、および上記電力変換手段を制御することにより上記太陽電池の電圧または電流の設定値を順次ステップ状に変化させ、これら設定値が互いに異なる複数の動作点における上記太陽電池の出力電力の比較から採用すべき動作設定値を決定し太陽電池の最大電力動作点を追跡制御する電力制御手段を備えた太陽光発電制御装置において、出力電力の比較を、第1の設定値で動作させたときの出力電力検出値W1と、上記第1の設定値より所定量増加または減少させた第2の設定値で動作させたときの出力電力検出値W2と、上記第1の設定値より所定量減少または増加させた第3の設定値で動作させたときの出力電力検出値W3との3者について行い、第1の条件($W1 > W2$ かつ $W1 > W3$)と第2の条件($W1 < W2$ かつ $W1 < W3$)とのいずれかが成立するときは上記第1の設定値を動作設定値に決定

し、上記第1および第2の条件が共に不成立のときは、上記3者の内、出力電力検出値が最大となるものの設定値を動作設定値に決定するので、発電環境の変化を加味するとともに速やかな最大電力動作点追跡制御が可能となり、全体として大きな発電電力量が確保できる。

【0052】また、請求項4に係る太陽光発電制御装置は、太陽電池からの電力をその電圧を変換して負荷または系統に供給する電力変換手段、上記太陽電池の出力電力を検出する電力検出手段、および上記電力変換手段を制御することにより上記太陽電池の電圧または電流の設定値を順次ステップ状に変化させ、これら設定値が互いに異なる複数の動作点における上記太陽電池の出力電力の比較から採用すべき動作設定値を決定し太陽電池の最大電力動作点を追跡制御する電力制御手段を備えた太陽光発電制御装置において、出力電力の比較を、第1の設定値で動作させたときの出力電力検出値W1と、上記第1の設定値より所定量増加または減少させた第2の設定値で動作させたときの出力電力検出値W2と、上記第1の設定値より所定量減少または増加させた第3の設定値で動作させたときの出力電力検出値W3との3者について行い、第1の条件($W1 > W2$ かつ $W1 > W3$)と第2の条件($W1 < W2$ かつ $W1 < W3$)とのいずれかが成立するときは上記第1の設定値を動作設定値に決定し、上記第1および第2の条件が共に不成立で、それぞれ第3の条件($W2 > W1$)が成立するときは上記第2の設定値を動作設定値に決定し、上記第3の条件が不成立のときは上記第3の設定値を動作設定値に決定するので、発電環境の変化を加味するとともに速やかな最大電力動作点追跡制御が可能となり、全体として大きな発電電力量が確保できる。

【0053】また、請求項5に係る太陽光発電制御装置は、請求項3または4に記載の太陽光発電制御装置において、各動作点における出力電力の検出を、請求項1または2に記載の制御方式で行うので、一層高速度で正確な最大電力動作点追跡制御が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1における太陽光発電制御装置のMPPT制御の動作を説明するためのフローチャートである。

【図2】 太陽電池の電力-電圧特性上の動作点を示す図である。

【図3】 日照量に変化した場合の動作点の移動を説明するための図である。

【図4】 この発明の実施の形態2における太陽光発電制御装置の構成を示すブロック図である。

【図5】 太陽電池の電力-電圧特性上の動作点を示す図である。

【図6】 実施の形態2におけるMPPT制御の動作を説明するためのフローチャートである。

【図7】 整定時の電圧上昇の過程を示す図である。

【図8】 実器モデルにおける実測波形を示す図である。

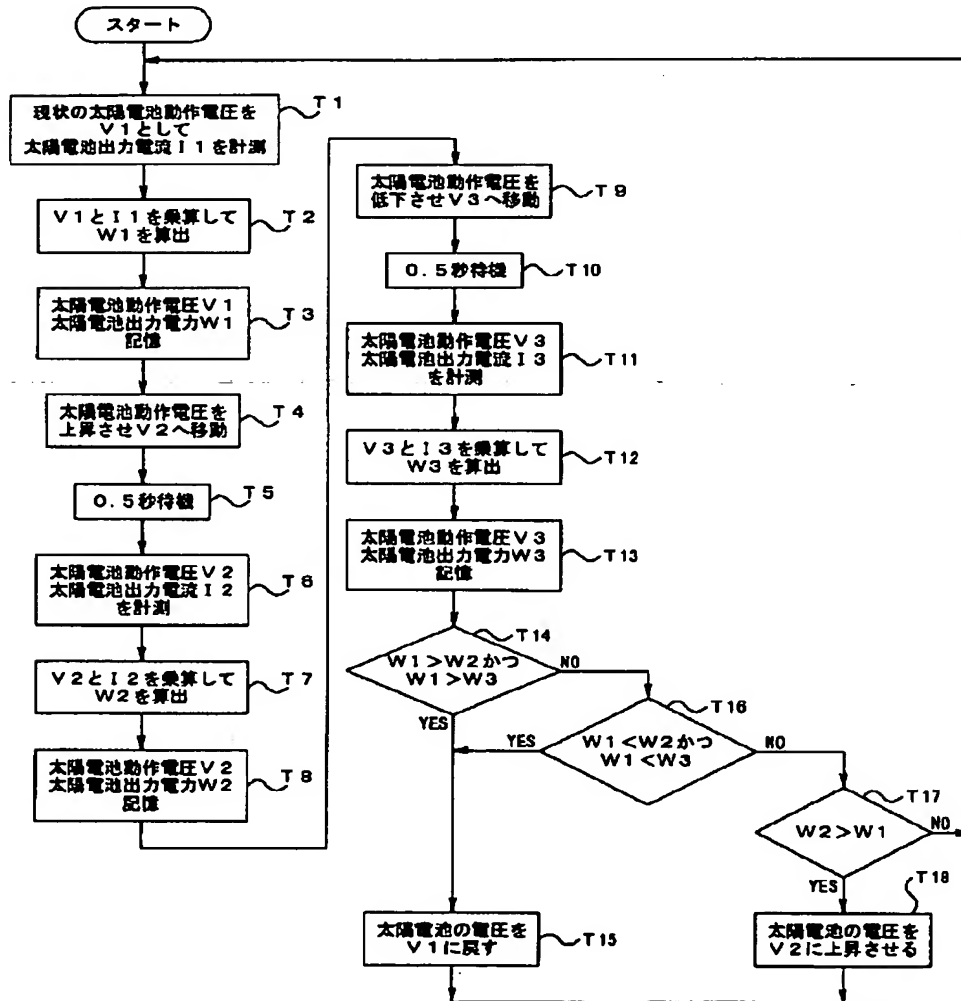
【図9】 放射照度に変化した場合の太陽電池の電流、電力-電圧特性を示す図である。

【図10】 従来の太陽光発電制御装置の構成を示すブロック図である。

【図11】 太陽電池の電力-電圧特性上の動作点を示す図である。

*

【図1】

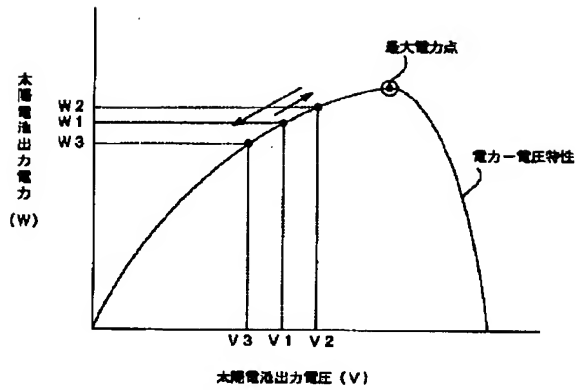


*【図12】 従来のMPP T制御の動作を説明するためのフローチャートである。

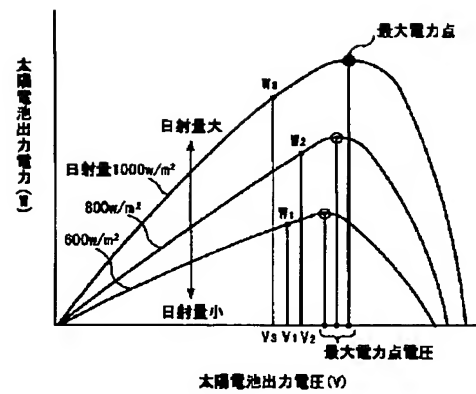
【符号の説明】

1 太陽光発電システム、2 太陽電池、3 電圧モニター回路、4 電流モニター回路、5 コントローラ、51 常時監視手段、6 DC/DCコンバータ、7 負荷。

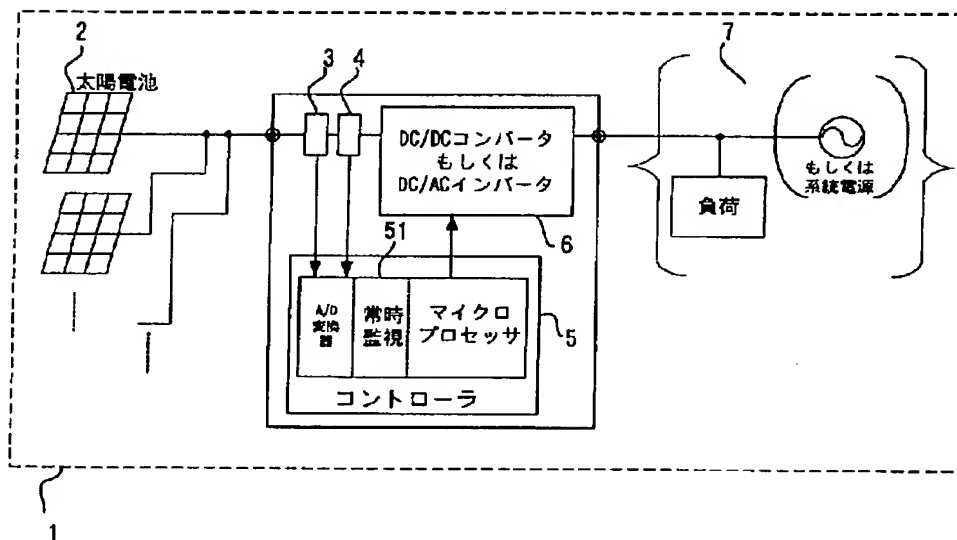
【図2】



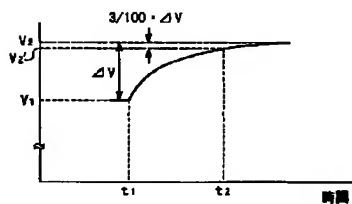
【図3】



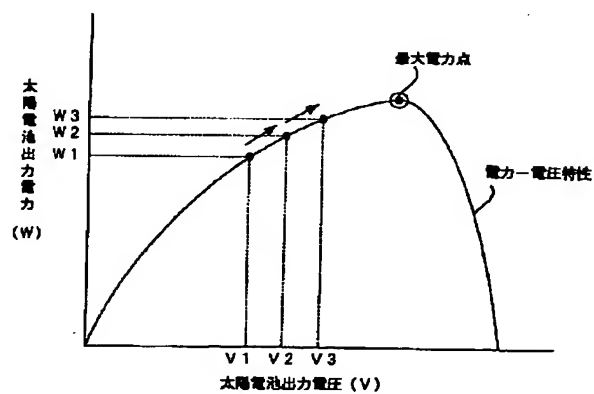
【図4】



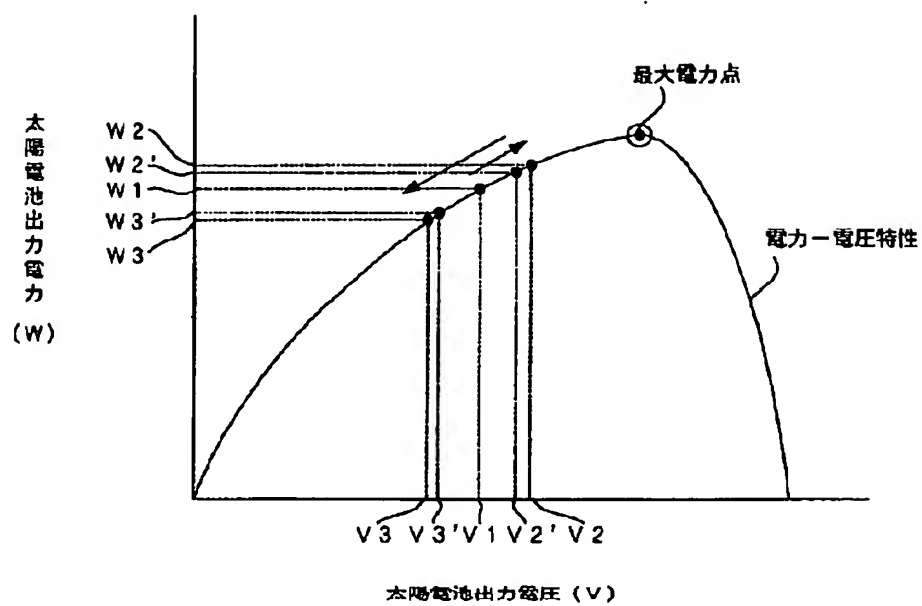
【図7】



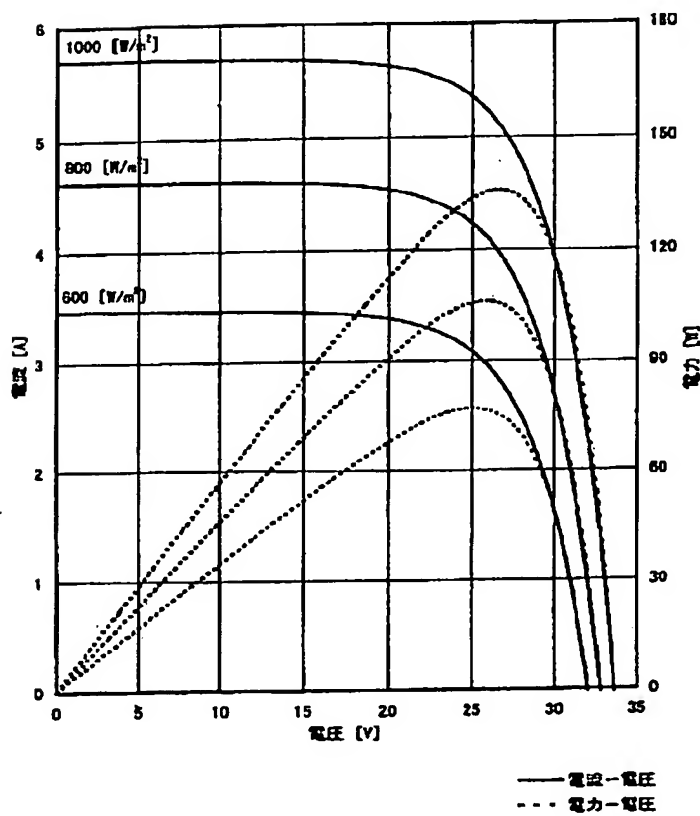
【図11】



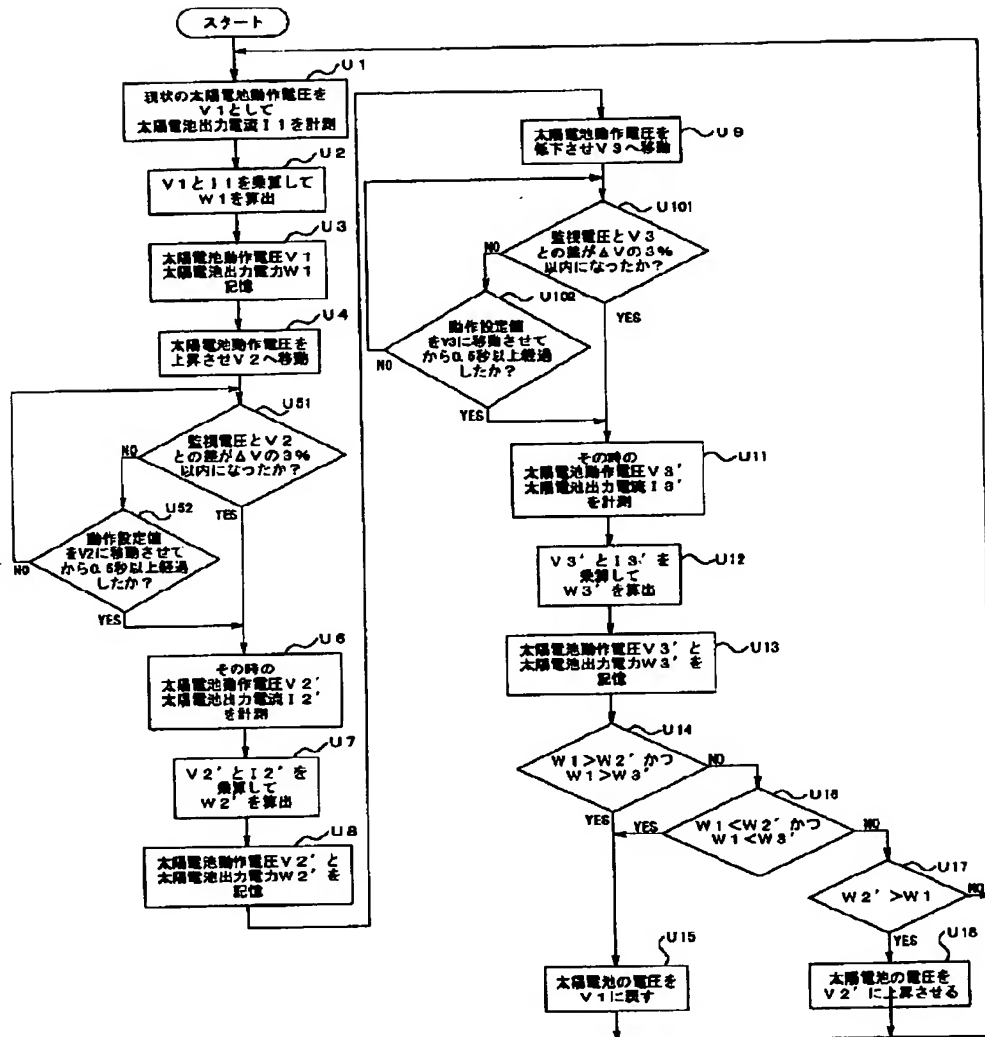
【図5】



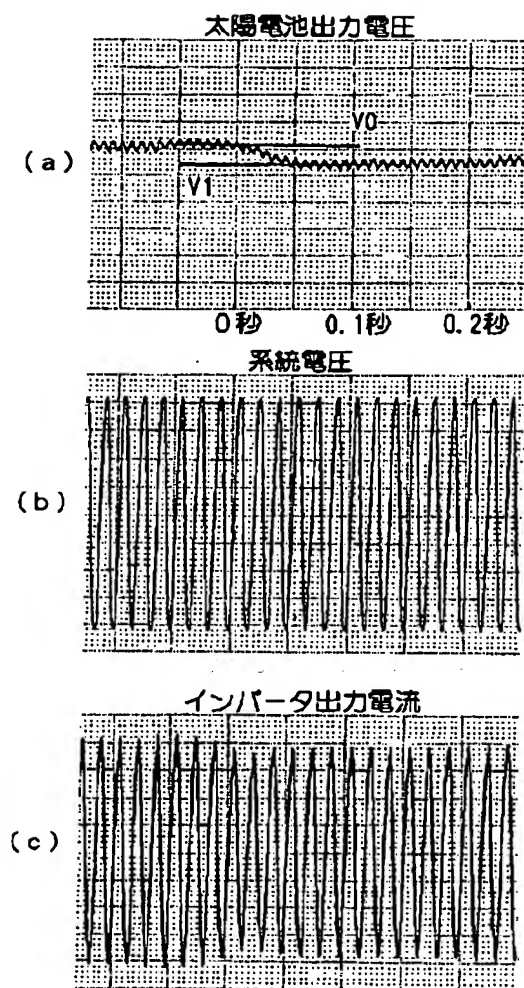
【図9】



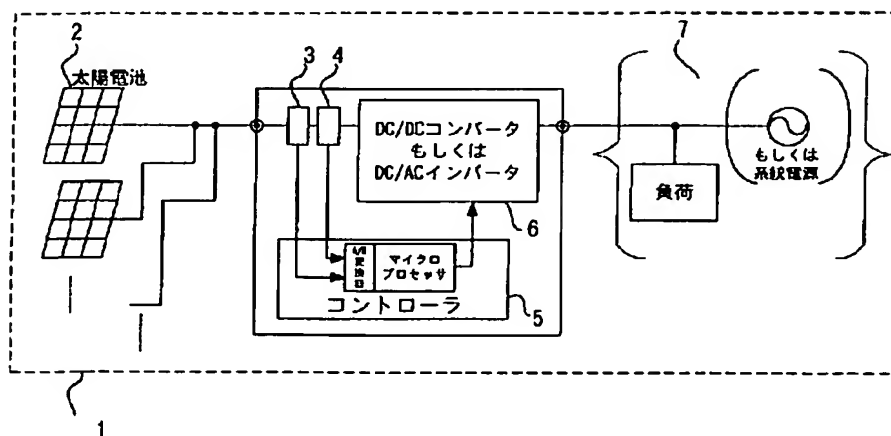
【図6】



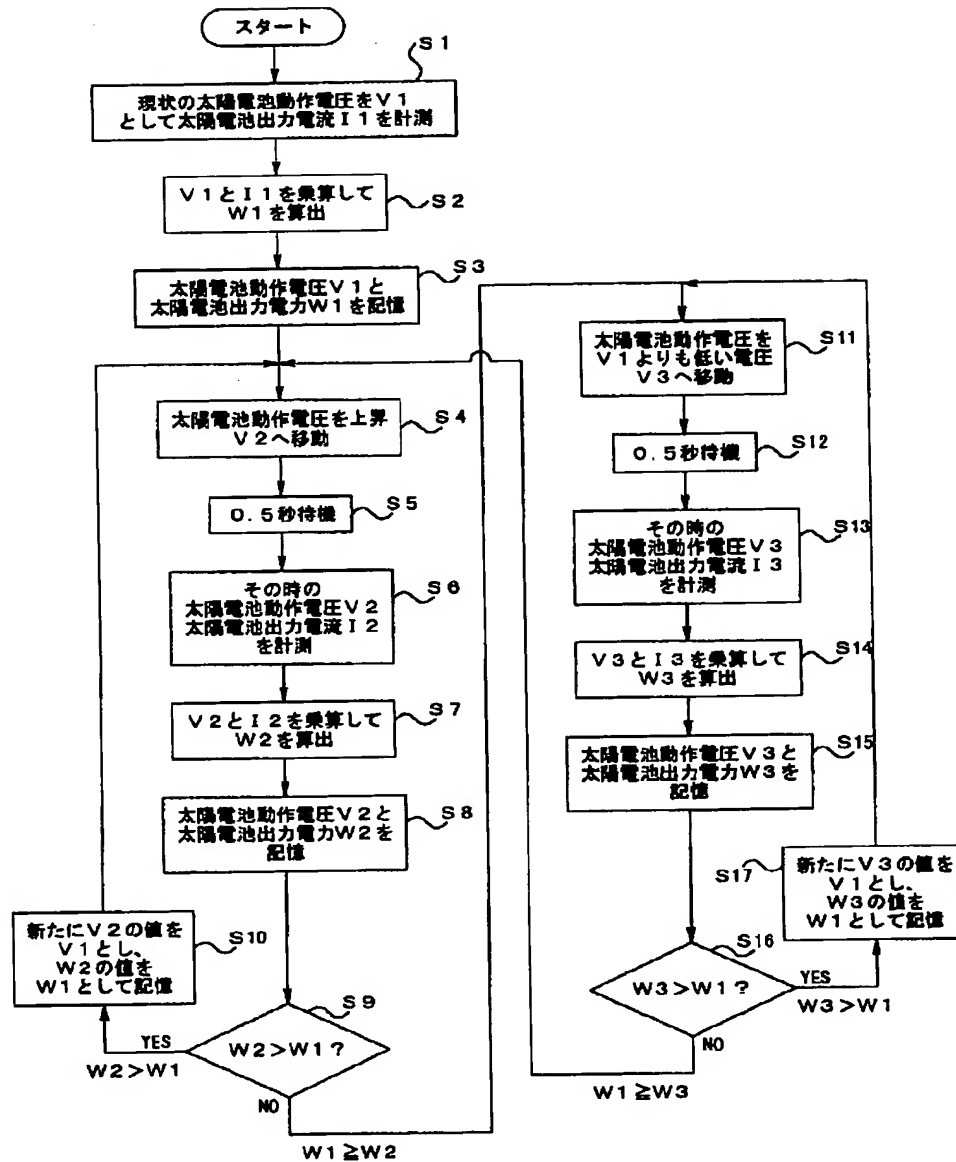
【図8】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5G066 HA30 HB06
 5H420 BB03 BB12 BB14 CC03 DD02
 DD03 EB26 EB37 EB39 FF03
 FF04 FF22